

Universidad de Ciencias Médicas de Granma. Manzanillo. Granma. Cuba

## PERCENTILES APP. UNA HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE Y LA PRÁCTICA DE LA EVALUACIÓN NUTRICIONAL EN PEDIATRÍA <sup>¶</sup>

Gabriel Granado Pérez<sup>1¶</sup>, Giselle Lucila Vázquez Gutiérrez<sup>2‡</sup>, Julio Roberto Vázquez Palanco<sup>3‡</sup>, María Isabel Quintas Batistas<sup>4‡</sup>.

### RESUMEN

**Introducción:** Los requerimientos del sistema de enseñanza superior (SES) sobre un mayor uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) en el proceso de enseñanza-aprendizaje impulsan la creación de herramientas informáticas. **Objetivo:** Describir una aplicación (*app*) para dispositivos móviles que sea práctica, sencilla de usar, y efectiva en la búsqueda de los percentiles de las Tablas Cubanas de Crecimiento y Desarrollo propios de un niño | adolescente sujeto de evaluación nutricional. **Locación del estudio:** Facultad de Ciencias Médicas de Manzanillo. Universidad de Ciencias Médicas de Granma (Cuba). **Diseño del estudio:** Investigación de desarrollo tecnológico (aplicado). **Métodos:** La *app* “Percentiles.app” se desarrolló para la búsqueda de los percentiles de la estatura y el peso corporal de un niño | adolescente como ayuda durante el proceso de la evaluación nutricional. “Percentiles.app” fue diseñada y construida sobre el sistema operativo Ubuntu 14.04 (Canonical Ltd., Estados Unidos) con ayuda de las herramientas Android Studio 1.5 (Google, Estados Unidos), OpenJDK 8 (Oracle Corporation, Estados Unidos), y Android SDK (Google, Estados Unidos). Se empleó Java 8 (Oracle Corporation, Estados Unidos) como lenguaje de programación. La calidad del producto final, y la utilidad del mismo, se comprobaron mediante encuestas a expertos, clientes y grupos focales entre Noviembre del 2015 y Mayo del 2016 (ambos meses incluidos). **Resultados:** La *app* fue calificada como útil y adecuada para la utilización durante el desarrollo del proceso de la evaluación nutricional. Los informáticos, los docentes, y los usuarios en general consideraron “Adecuadas” las variables propuestas para medir la utilidad de la *app*. La *app* fue aceptada por los estudiantes de los años cuarto y sexto de la carrera de Medicina

---

<sup>¶</sup> Presentado en parte como Conferencia temática en el IX Congreso Nacional de Nutrición Clínica y Metabolismo Camagüey 2019. Centro de Convenciones “Santa Cecilia”. Camagüey: Noviembre 13 – 15, 2019. Sociedad Cubana de Nutrición Clínica y Metabolismo. Disponible en: <http://www.revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/issue/view/58>. Fecha de última visita: 30 de Junio del 2020.

<sup>1</sup> Doctor en Medicina. Especialista de Primer Grado en Neonatología. <sup>2</sup> Doctora en Medicina. Especialista de Segundo Grado en Pediatría. Profesor Asistente. Aspirante a Investigador. <sup>3</sup> Doctor en Medicina. Máster en Atención Integral al Niño. Especialista de Segundo Grado en Pediatría. Profesor Auxiliar. <sup>4</sup> Doctora en Medicina.

<sup>¶</sup> Hospital Materno Infantil “Fe del Valle Ramos”. Manzanillo. Granma. <sup>‡</sup> Dirección de Ciencia e Innovación Tecnológica. Universidad de Ciencias Médicas de Granma. Granma. <sup>‡</sup> Hospital Pediátrico Provincial “Hermanos Cordové”. Manzanillo. Granma. <sup>‡</sup> Policlínico Docente Universitario “Luis Enrique de la Paz Reyna”. Granma. Cuba.

Recibido: 6 de Julio del 2020. Aceptado: 16 de Agosto del 2020.

Gabriel Granado Pérez. Servicio de Neonatología. Hospital Materno Infantil “Fe del Valle Ramos”. Manzanillo. Granma. Cuba.

Correo electrónico: [ggranadop@infomed.sld.cu](mailto:ggranadop@infomed.sld.cu).

durante el tránsito por la rotación de Pediatría. **Conclusiones:** “Percentiles.app” demostró ser una herramienta útil y necesaria en la búsqueda de percentiles de crecimiento y desarrollo durante el ejercicio de la evaluación nutricional. La *app* fue calificada como “Muy Adecuada” y “Muy útil” por expertos, informáticos, docentes, y usuarios en general. **Recomendaciones:** Difundir el uso de la *app* entre los grupos básicos de trabajo de la especialidad en los distintos escenarios de la actuación pediátrica. **Granado Pérez G, Vázquez Gutiérrez GL, Vázquez Palanco JL, Quintas Batistas MI.** *Percentiles app. Una herramienta para el aprendizaje y la práctica de la evaluación nutricional en Pediatría.* *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2020;30(2):352-366. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.

**Palabras clave:** Computación / Aplicación / Programación / Percentiles / Evaluación nutricional / Pediatría.

## INTRODUCCIÓN

El sistema de enseñanza superior de Cuba ha trazado nuevas pautas y prioridades en aras de contribuir a la formación de una cultura general integral en el alumnado, así como elevar la calidad de la educación en el país.<sup>1</sup> Un reto trascendental de la educación en las universidades nacionales en el nuevo milenio será la introducción de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje.<sup>2</sup>

En la actualidad las TICs han adquirido una relevante importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, al convertirse en el eje transversal de la acción formativa a través de un conjunto de herramientas, soportes y canales que facilitan los procesos de aprendizaje, y que tienen en cuenta elementos fundamentales como el acceso a la información y la comunicación en espacio y tiempo.<sup>3</sup>

Se ha previsto también la introducción de las TICs en la enseñanza de las carreras de las Ciencias Médicas.<sup>4-5</sup> Cada uno de los programas informáticos elaborados con estos fines y propósitos tiene objetivos específicos que serán dirigidos al proceso de formación general del futuro profesional de la salud. Algunos de estos programas pretenden enseñar al universitario un contenido nuevo, mientras que otros simulan el desarrollo de un proceso fisiológico o patológico. Se

tienen otros programas que intentan contribuir al desarrollo de habilidades intelectuales y/o motoras, mientras que otros sólo se ocupan de evaluar los conocimientos adquiridos por el estudiante después de la impartición de determinados contenidos.

El uso de las TICs no se limitaría solamente a la enseñanza de contenidos durante el tránsito del alumno por las carreras de Ciencias Médicas. En muchas de las especialidades médicas y paramédicas, por no decir en todas, los profesionales de la salud realizan numerosos cálculos y/o ejecutan búsquedas de datos que son necesarios en el diagnóstico médico, el diseño de la medicación y el tratamiento. Las TICs servirían también para la construcción de sistemas de clasificación diagnóstica del paciente, o ayudarían a conocer el estado de varios indicadores que son necesarios para conocer el estado de salud de los enfermos.<sup>6-7</sup>

Tal es el caso de la Pediatría que, como su nombre lo indica, es la rama de la Medicina que tiene como objeto el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades que afectan a los niños y adolescentes.<sup>8-10</sup> La Pediatría le ofrece a los grupos básicos de trabajo de la especialidad numerosos y valiosos recursos y herramientas para el diagnóstico y tratamiento de las afecciones en las edades pediátricas.<sup>11</sup> Las tablas de crecimiento y desarrollo que contienen los percentiles

descriptivos del estado nutricional del infante constituyen una de tales herramientas de continua utilización en la atención pediátrica.<sup>12-13</sup>

El uso constante de las tablas de crecimiento y desarrollo obliga a discutir la disponibilidad de las mismas *al-lado-de-la-cama-del-paciente*, y el acceso irrestricto, en todo momento, como ayuda imprescindible durante los ejercicios de evaluación nutricional, de seguimiento y acompañamiento del enfermo como parte de los programas implementados de apoyo nutricional, y para la evaluación del impacto de los mismos.<sup>14-16</sup>

En el momento actual, la búsqueda de un percentil deseado en las tablas de crecimiento y desarrollo se hace manualmente mediante la consulta de materiales impresos en revistas, libros y otros textos especializados. El empleo constante de tales materiales implica el deterioro de los mismos, y la reposición continua. Asimismo, una búsqueda manual de los percentiles no estaría exenta de error, con las repercusiones de todo tipo que ello conllevaría en la toma de decisiones en el paciente afectado.

En los últimos años Cuba ha asistido a un incremento importante en la presencia, tenencia y uso de dispositivos móviles, teléfonos celulares y tabletas entre ellos.<sup>17</sup> También ha aumentado el número de computadoras personales y estaciones de trabajo en los centros de enseñanza médica y bibliotecas, así como en manos de especialistas, profesores y estudiantes.<sup>18</sup> Por otro lado, se han puesto a disposición de los clientes y usuarios de todos estos dispositivos ambientes y plataformas de programación que permiten el desarrollo de aplicaciones con variados fines, incluidas las que podrían ser útiles en la práctica pediátrica.<sup>19</sup>

Teniendo en cuenta lo anteriormente dicho, se emprendió el trabajo que se describe en este artículo, y que culminó en la construcción de una aplicación informática

(*app*) tanto para ordenadores como dispositivos móviles que operan bajo el sistema Android que permite la búsqueda de los percentiles deseados en las Tablas Cubanas de Crecimiento y Desarrollo de forma ágil y segura, *al-lado-de-la-cama-del-paciente*, en cualquier escenario de la atención pediátrica.

## MATERIAL Y MÉTODO

**Locación del estudio:** Facultad de Ciencias Médicas de Manzanillo. Universidad de Ciencias Médicas de Granma (Cuba).

**Diseño del estudio:** Proyecto de desarrollo tecnológico | aplicado. La construcción, desarrollo y posterior validación del producto informático se realizaron entre Marzo del 2015 y Mayo del 2016.

**Descripción del producto informático:** El producto informático desarrollado consistió en "*Percentiles*": una aplicación (*app*)<sup>\*†</sup> para la búsqueda de los percentiles de las variables antropométricas de interés en la evaluación nutricional de niños y adolescentes de forma automática, práctica, rápida y segura, y de uso tanto en dispositivos móviles que operan bajo Android (Google, Estados Unidos) como ordenadores bajo WINDOWS (Redmon, Virginia, Estados Unidos).

La Tabla 1 describe las diferentes etapas de la construcción y desarrollo de la *app* "*Percentiles*". La construcción y desarrollo de la *app* se llevaron a cabo en tres etapas, a saber: aprendizaje de precedentes, selección de las herramientas de desarrollo; y diseño del producto.

---

\* *App*: Aplicación informática diseñada para uso y consumo en teléfonos móviles inteligentes.

† *Aplicación*: Programa (o conjunto de programas informáticos) que realizan un trabajo específico, y que se diseña(n) para el beneficio del usuario final.

Tabla 1. Etapas seguidas en la construcción y desarrollo del producto informático “Percentiles.app” para la búsqueda de percentiles deseados de crecimiento y desarrollo en las edades pediátricas.

| Etapa de desarrollo  | Descripción  |
|--|--|
| Aprendizaje de precedentes   | Se revisó la mayor cantidad de materiales bibliográficos, junto con otras herramientas informáticas existentes disponibles en tiendas de aplicaciones y sitios informáticos, a fin de conocer el diseño de la arquitectura y la navegación dentro de la <i>app</i> , la gama de colores, la interfaz, la interacción con el usuario, y el vínculo con otros <i>softwares</i> , entre otros elementos.<br>A la conclusión de esta etapa se reunieron los elementos necesarios para la confección del producto informático.  |
| Selección de las herramientas para la construcción y desarrollo de la <i>app</i> | Se identificaron y reunieron las herramientas requeridas para la construcción y desarrollo de la <i>app</i> , entre ellas, los ambientes de programación y los emuladores de sistemas operativos para observar y evaluar el desempeño de la <i>app</i> , la navegación dentro de la <i>app</i> , y la interacción con el usuario.  |
| Desarrollo y construcción del producto informático                               | Esta etapa incluyó a su vez 3 pasos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Guión didáctico</i>: Se redactó un lenguaje sencillo y claro, mediante un vocabulario técnico pero comprensible, con el contenido de la <i>app</i>, y utilizando como soporte las estrategias instruccionales elaboradas. La redacción del guión didáctico culminó en un <i>storyboard</i> con las distintas pantallas de la <i>app</i>.</li> <li>• <i>Construcción del prototipo</i>: A partir del <i>storyboard</i> se construyó un prototipo (en realidad la primera versión de la <i>app</i>) donde se reunieron las distintas pantallas que conforman el producto informático, y los vínculos entre ellas que hacen la navegación dentro de la <i>app</i> y la interacción con el usuario.</li> <li>• <i>Corrección del prototipo</i>: La arquitectura del prototipo se ha dejado abierta para incorporar ajustes y revisiones sucesivas hasta obtener el producto informático deseado.</li> </ul> |

**Herramientas empleadas en la confección de la aplicación:** Se empleó como sistema operativo Ubuntu versión 14.04 (Canonical Ltd., Reino Unido). Ubuntu es un sistema operativo basado en GNU/Linux que se distribuye como software libre.<sup>20</sup>

Android Studio 1.5 (Google, Estados Unidos) se utilizó como ambiente de desarrollo de la *app*. Android Studio (Google + JetBrains, Estados Unidos) es un entorno de desarrollo integrado para la plataforma Android (Google, Estados Unidos) que está basado en el *software* IntelliJ IDEA (JetBrains, Estados Unidos); y está disponible en forma gratuita a través de

la licencia Apache 2.0 (Apache Software Foundation, Estados Unidos).<sup>21</sup>

El *kit* Android SDK (Google, Estados Unidos) se empleó también en el desarrollo de la *app*, y la ejecución del prototipo dentro de un emulador del sistema operativo Android (Google, Estados Unidos).<sup>22</sup> Android SDK (del inglés *Software Development Kit*) es un *kit* de desarrollo de *softwares* para sistemas operativos Android.<sup>22</sup>

El lenguaje de programación Java 8 (Oracle Corporation, Estados Unidos) se empleó en la construcción del prototipo dentro del ambiente Windows.<sup>23</sup> Java es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos,

que ha sido diseñado específicamente para tener pocas dependencias de implementación como sea posible.<sup>23</sup>

La versión libre OpenJDK 8 (Oracle Corporation, Estados Unidos) de la plataforma de desarrollo Java (Oracle Corporation, Estados Unidos) bajo el concepto de lenguaje orientado a objetos también se usó en la construcción del prototipo.<sup>24</sup>

**Requerimientos mínimos para la utilización de la aplicación:** La ejecución de la *app* en un dispositivo móvil requiere de un sistema operativo Android 2.3 (o superior), con 8 Mb de almacenamiento interno, y 32 Mb (o superior) de memoria RAM. Por su parte, para la ejecución de la *app* en un ordenador de mesa se necesita la instalación previa de la aplicación *BlueStacks App Player* (BlueStacks Systems, Inc.; Estados Unidos) que emula el sistema operativo Android (Google, Estados Unidos) propio de un dispositivo móvil. Para ello, se requieren 900 Mb de espacio libre en el sistema, 1 Gb de memoria RAM (o superior) y un microprocesador Intel® Pentium® Dual Core (Intel, Estados Unidos) con un reloj interno de 2.1 GHz (o superior), o un microprocesador AMD (Advanced MicroDevices, Inc., Estados Unidos) equivalente.

**Evaluación de la calidad del producto informático construido:** La calidad del producto informático construido se evaluó mediante criterios de expertos. Para ello, se convocaron a 14 (de 26 elegibles) profesores de Informática, ingenieros del Centro de Desarrollo de Sitios para las Ciencias de la Salud (MESOFT), y profesores de la Cátedra Docente de Medicina General e Integral (MGI) de la Facultad de Ciencias Médicas de la ciudad de Manzanillo; todos ellos con 5 (o más) años de experiencia laboral y docente. Los criterios de los expertos se recogieron mediante una encuesta elaborada *ad hoc*.

La encuesta fue administrada entre Noviembre del 2015 y Marzo del 2016, y contenía 14 variables en dos dominios de evaluación. El primer dominio evaluó la interfaz del usuario, la asequibilidad de los contenidos brindados por la aplicación, la aceptación del producto, y la asequibilidad del producto para los usuarios. Por su parte, el segundo dominio evaluó los contenidos de la aplicación en cuanto a la utilidad de los mismos, la correspondencia con las necesidades de los usuarios, el nivel científico de los conocimientos expuestos en la aplicación, y la aceptación del producto.

Los aspectos incluidos en los dominios se evaluaron mediante el método DELFI que estableció las categorías: *MA*: “Muy Adecuado”, *BA*: “Bastante Adecuado”, *A*: “Adecuado”, *PA*: “Poco Adecuado”; e *I*: “Inadecuado”. El diseño de la encuesta administrada previó, además, la recogida de los criterios, sugerencias, puntos de vista, argumentos y recomendaciones que los expertos consultados consideraron deben ser mejorados y/o modificados en el diseño de la *app*.

**Evaluación de la utilidad del producto informático construido:** La utilidad del producto informático terminado se evaluó mediante los criterios de clientes finales representados por estudiantes de los años cuarto y sexto de Medicina durante la rotación por la especialidad de Pediatría. Para ello, se seleccionaron mediante muestreo no probabilístico de tipo intencional (léase también muestreo por criterios) 100 estudiantes que accedieron a participar en el ejercicio evaluativo.

Los dominios de evaluación del producto informático construido fueron como sigue: la estructura y diseño del producto, la asequibilidad de los contenidos que brinda el producto, la aceptación del producto, y la satisfacción de las necesidades de agilidad, disminución del margen de error, y facilidad para el cálculo y búsqueda de los percentiles de interés.

Los aspectos incluidos en los dominios se evaluaron mediante el método DELFI que estableció las categorías: *MA*: “Muy Adecuado”, *BA*: “Bastante Adecuado”, *A*: “Adecuado”, *PA*: “Poco Adecuado”; e *I*: “Inadecuado”. El diseño de la encuesta administrada previó, además, la recogida de los criterios, sugerencias, puntos de vista, argumentos y recomendaciones que los estudiantes evaluadores consideraron deben ser mejorados y/o modificados en el diseño de la *app*.

***Diagnóstico de necesidades de productos informáticos en la práctica asistencial:*** La determinación de las necesidades de una efectividad superior en los procesos asistenciales es indispensable para garantizar la calidad de los programas de superación profesional en cualquiera de sus variantes.

La identificación de las necesidades de una efectividad superior en el sector de la salud, y en especial en la determinación de indicadores como los que se incluyen en el diseño de la *app* “Percentiles”, cobra una mayor importancia, pues le permitirá a los veladores de la salud prestar un servicio más rápido y efectividad, a la vez que reduce grandemente el margen de error posible a ocurrir cuando se ejerza esta actividad.

Para el diagnóstico de las necesidades de un producto informático como la *app* “Percentiles”, se seleccionaron 100 estudiantes de cuarto y sexto año de Medicina de entre aquellos de la Facultad de Ciencias Médicas de Manzanillo que cursaron el segundo semestre del año lectivo 2014 – 2015 mediante un muestreo no probabilístico de tipo intencional (léase también muestreo por criterios). De los estudiantes seleccionados se obtuvo el consentimiento en participar en el ejercicio diagnóstico.

. El ejercicio diagnóstico se realizó entre Marzo del 2015 y Junio del 2015, y consistió en la medición de las variables siguientes: la efectividad del método convencional (léase también no

automatizado) para la búsqueda de los percentiles de interés pediátrico en la atención de niños y adolescentes; la comodidad para realizar la búsqueda de los percentiles antes mencionados utilizando los métodos convencionales; la valoración de las consecuencias negativas para los pacientes del error incurrido a la hora de buscar estos percentiles a través de los métodos convencionales; el conocimientos de ocasiones anteriores en las que se han cometido errores en el momento de buscar los percentiles de interés a través de los métodos convencionales; el conocimiento de la existencia de métodos alternativos para la búsqueda de percentiles de interés pediátrico; y la valoración de la importancia de la existencia de una aplicación informática para dispositivos móviles respecto de la agilidad en la búsqueda de los percentiles deseados, la reducción del margen de error, y los beneficios para el paciente.

***Procesamiento de los datos y análisis estadístico-matemático de los resultados:*** Los datos colectados de los participantes en las distintas etapas de desarrollo de la *app* “Percentiles” (programación + validación + evaluación) se asentaron en los formularios correspondientes, y se ingresaron en un contenedor digital construido sobre EXCEL para OFFICE de WINDOWS (Redmon, Virginia, Estados Unidos).

Una vez revisados, los datos se redujeron hasta estadígrafos de agregación (frecuencias absolutas | relativas y porcentajes) con vistas al examen y la presentación de los resultados. Dada la naturaleza del proyecto de desarrollo tecnológico, no se proyectaron (ni por la misma razón se evaluaron) asociaciones entre las variables incluidas dentro de la investigación-

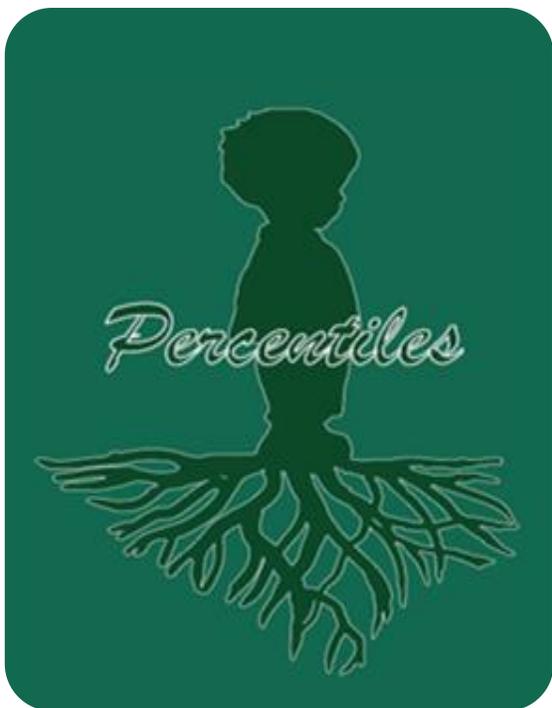
## RESULTADOS

### *Descripción de la app “Percentiles”*

La *app* “Percentiles” es una *app* desarrollada para uso primordial en dispositivos móviles con un sistema operativo Android versión 2.3 (o superior). La *app* “Percentiles” también se ha hecho compatible para uso en computadoras de mesa y portátiles.

La *app* se instala en el dispositivo seleccionado mediante un programa dedicado. Una vez instalada, la *app* se reconoce por un ícono que muestra la imagen de perfil de un niño erguido sobre unas raíces que parecen brotar de las plantas de los pies. La Figura 1 muestra el ícono de la *app*. El fondo de la imagen es de color verde.

Figura 1. *App* “Percentiles”. Pantalla de identificación.



La *app* “Percentiles” se invoca haciendo “click” sobre el ícono que la identifica. Cuando la *app* se abre, se muestra una ventana de bienvenida que muestra el nombre de la aplicación, junto con la descripción de las características de la misma. Una vez que se muestra la pantalla de bienvenida, la *app* pasa automáticamente a la primera ventana dentro de la misma, y que ha sido denominada como “PERCENTIL”.

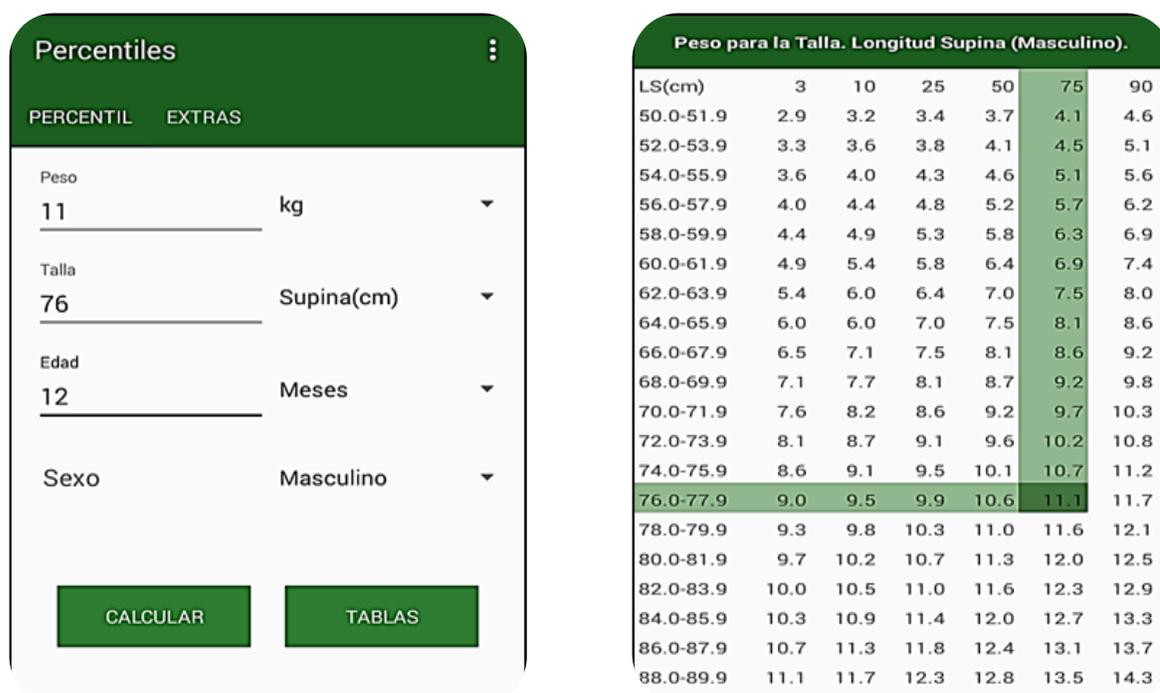
La ventana “PERCENTIL” se ha diseñada para la búsqueda de los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90, y 97 de la Talla para la Edad, el Peso corporal para la Edad, y el Peso corporal para la Talla. La búsqueda devuelve los percentiles de referencia para ambos sexos (Masculino | Femenino), y las edades comprendidas entre 0 – 19 años.

En correspondencia con ello, la ventana “PERCENTIL” solicita del usuario el sexo y la edad del niño | adolescente, y los valores corrientes de Talla (cm) y Peso corporal (kg). El usuario de la *app* debe declarar la edad del niño como meses de vida, o años vividos.

Las Buenas Prácticas de la evaluación antropométrica requieren que en los niños con edades entre 0 – 2 años (ambos incluidos) se registre la longitud supina (LS). Por su parte, en los niños con edades > 2 años se debe obtener la estatura con el sujeto en posición erguida y adoptando la posición anatómica de atención (PAA).

Una vez rellenados los campos de la ventana “PERCENTIL”, la *app* ofrece un botón “CALCULAR” para ejecutar la búsqueda solicitada. En respuesta a la acción del usuario, la *app* muestra la ventana “Resultado” donde aparecen los percentiles según el sexo y la edad para la característica antropométrica solicitada, junto con la interpretación de los mismos. La ventana “Resultado” ofrece, además, un ícono que permite corroborar los resultados mostrados mediante la consulta de las tablas correspondientes.

Figura 2. Ventana “PERCENTIL” de la app “Percentiles”. *Izquierda*: Campos disponibles para el ingreso y la captación de los datos de interés del niño | adolescente. *Derecha*: Ventana “Resultado” que muestra el “Peso para la Talla. Longitud supina (Masculino)” en respuesta a la búsqueda ejecutada con los datos suministrados por el usuario.



En caso de que no se desee utilizar la estrategia seguida de búsqueda, el usuario puede visualizar la tabla que recoge los percentiles de interés con tan solo presionar el botón “Tablas” que aparece también en la ventana “PERCENTIL” de la *app*.

La ventana “PERCENTIL” ofrece una segunda opción “EXTRAS” que permite el cálculo del Índice de Masa Corporal (IMC) y la superficie corporal (SC), funciones éstas de gran utilidad en la práctica pediátrica. Una vez se invoca la opción “EXTRAS”, se muestra una pantalla que solicita del usuario los valores corrientes de la Talla y el Peso corporal del niño | adolescente, y ofrece un botón “CALCULAR” que devuelve los índices IMC y SC en una ventana “Resultados”.

La *app* “Percentiles” muestra otras 3 ventanas adicionales, a saber: “Información”, “Ayuda”, y “Acerca de”. Las ventanas adicionales se pueden invocar presionando el botón “Menú” del dispositivo, o el que brinda la propia *app*.

La ventana “Información” brinda una información detallada sobre el uso de los percentiles en la evaluación antropométrica del niño | adolescente, y las interpretaciones correspondientes. Por su parte, la ventana “Ayuda” ofrece las instrucciones necesarias para el correcto uso de la aplicación.

Por último, la ventana “Acerca de” muestra los autores de la aplicación, junto con información para contactos e intercambios, el número corriente de la

versión de desarrollo de la *app*, y el año de desarrollo.

### ***Diagnóstico de las necesidades de una app para la búsqueda selectiva de percentiles***

La justificación del desarrollo de una aplicación informática para la búsqueda selectiva de percentiles de interés antropométrico, más allá del interés de desarrollo tecnológico e informático, se estableció también en base a las necesidades sentidas por aquellos involucrados en la práctica pediátrica cotidiana donde estos percentiles se utilizan continuamente. De esta manera, 100 estudiantes que rotaron por la especialidad de Pediatría fueron entrevistados en 7 dominios tales como la efectividad del método convencional (no automatizado) de búsqueda de los percentiles de interés pediátrico; la comodidad para realizar la búsqueda de los percentiles antes mencionados utilizando los métodos convencionales; la valoración de las consecuencias negativas para los pacientes del error incurrido con el uso de los métodos convencionales; el conocimiento de ocasiones anteriores en las que se han cometido errores cuando se han buscado percentiles de interés a través de los métodos convencionales; el conocimiento de la existencia de métodos alternativos para la búsqueda de percentiles de interés pediátrico; y la valoración de la importancia de la existencia de una aplicación informática para dispositivos móviles dedicada a este fin.

En el caso de la efectividad de la búsqueda de los percentiles por los métodos tradicionales (y que se corresponderían con la búsqueda manual en las tablas de referencia) se tuvo en cuenta la rapidez con que se obtiene el resultado deseado en situaciones como las que se presentan en los cuerpos de guardia de los hospitales pediátricos, que deben enfrentar diariamente una carga importante de pacientes y familiares a atender en el menor tiempo

posible. La rapidez con la que el médico de guardia (y por extensión el equipo médico) sea capaz de atender a cada uno de los pacientes que aguardan en fila garantizaría la resolución de un mayor número de pacientes en la misma unidad de tiempo, sin que se afecte la calidad de la asistencia médica.

La efectividad también viene de la mano de la seguridad en el resultado emitido. Muchas veces (por no decir todas) se hace necesario buscar en varias (y diferentes) ocasiones un mismo valor para prevenir la emisión de un diagnóstico erróneo mediante la verificación del percentil encontrado. Así, el 95 % de los estudiantes creen que el método tradicional de búsqueda de los percentiles de interés no es lo suficientemente efectivo. No obstante, los 5 estudiantes restantes respondieron que los métodos tradicionales siempre son más efectivos, confesaron no confiar mucho en la tecnología, o refirieron que no tenían problemas con buscar de forma manual un percentil de interés.

Sin embargo, la comodidad para realizar la búsqueda manual de percentiles fue inapelable. Todos los estudiantes encuestados concordaron en que no es cómodo realizar estas operaciones mediante los métodos tradicionales, porque para ello era necesario traer encima los libros de texto de la asignatura, o en su defecto, hojas impresas con los percentiles.

Todos también alegaron que conocían de ocasiones en las que se cometían errores durante la realización de estas búsquedas, errores éstos que ocurrían debido a la ausencia de la concentración mental e intelectual como condición indispensable para realizar de forma efectiva esta labor, y que muchas veces se ve afectada por los eventos externos que rodean la asistencia pediátrica. Es entonces que ocurren errores que pueden presentarse de diversas formas, como la confusión de cualquiera de los datos de búsqueda (sean éstos el sexo, la edad, la talla, y el peso); o simplemente cuando se quieren hacer coincidir las filas con las

columnas correspondientes en las tablas. Además, los estudiantes confesaron que ellos se habían equivocado en al menos una oportunidad durante la búsqueda manual de los percentiles de interés.

Otro criterio evaluado durante el diagnóstico de la necesidad de una *app* para la búsqueda automatizada de percentiles fue la existencia de otro método para la ejecución de esta función, ante la cual todos los estudiantes respondieron “No”. Este “No” se puede generalizar a (casi) todo el país, puesto que el método clásico (léase tradicional) es el que se sigue a nivel nacional.

Cuando a los estudiantes se les preguntó si la existencia de una *app* era una propuesta buena para agilizar la búsqueda de los percentiles deseados, todos dijeron “Sí”. Además, como quiera que los requerimientos para el funcionamiento de esta aplicación son mínimos, cualquiera de los dispositivos móviles en manos de los estudiantes los puede cumplir, y ello hace posible la diseminación, el uso y la incorporación de la *app*.

Por otra parte, preguntados sobre si existirían consecuencias negativas para el paciente de los errores incurridos en la búsqueda manual de los percentiles deseados, el 80 % de los estudiantes consultados respondieron “Sí”. Sin embargo, los 20 restantes afirmaron lo contrario, alegando que los errores siempre se podrían corregir, y por ello no tendrían que repercutir necesariamente sobre la atención brindada a los pacientes; si bien no eliminaron la posibilidad de que los errores puedan ocurrir, y lo perjudicial que sería una práctica inadecuada para el paciente (y que pudiera incluso poner en peligro la vida del mismo).

### ***Comprobación del producto informático desarrollado***

La aceptación por los usuarios del producto informático desarrollado fue “Muy

adecuada” debido a la sencillez del sistema, y lo atractivo del mismo, y la facilidad de navegación dentro de la *app*. La *app* cuenta también con un sistema seguro de administración, al que el usuario no tiene acceso. Por esta razón los usuarios no pueden alterar los códigos del programa, y por consiguiente, no pueden modificar (ni tampoco falsear) los resultados de las búsquedas.

### ***Valoración del producto informático desarrollado***

El producto informático desarrollado fue valorado por varios expertos en Informática, Programación y Desarrollo de sistemas. Se evaluó en primer lugar la interfaz del usuario, la asequibilidad de los contenidos brindados por la aplicación, la aceptación del producto, y la asequibilidad del producto para los usuarios.

Fue satisfactorio para los desarrolladores de la *app* que la interfaz de usuario fuera valorada de “Muy Adecuada” por los expertos informáticos. El principal objetivo de una interfaz de usuario es que éste se pueda comunicar a través de ella con algún tipo de dispositivo. De hecho, la interfaz de usuario es el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora; y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo. Conseguida esta comunicación, el segundo objetivo que se debería perseguir con una aplicación informática sería el que dicha comunicación se pueda desarrollar de la forma más fácil y cómoda posible para el usuario.

El diseño de la interfaz del usuario es entonces crítico para el manejo del equipo. Existen interfaces muy bien diseñadas, que incorporan controles intuitivos y de fácil manejo. En contraste con ello, existen otras que son ininteligibles (léase también crípticas); y el usuario no acierta a manejarlas correctamente, a menos que estudie el manual acompañante, o sea

capacitado por expertos en el uso de la misma.

Los contenidos que brinda la aplicación son de fácil comprensión por cuanto el principal objetivo que se persigue con la *app* es proveerles a los usuarios un medio para buscar información necesaria que se requiere con la mayor rapidez posible de forma automatizada, efectiva y rápida. La *app* le brinda además a los usuarios información general sobre los percentiles antropométricos solicitados, y por ello fue valorada también de “Muy Adecuada”. La asequibilidad de la *app* para el uso por los usuarios también fue valorada de “Muy adecuada”.

Asimismo, los expertos informáticos evaluaron los contenidos de la aplicación en cuanto a la utilidad de los mismos, la correspondencia con las necesidades de los usuarios, el nivel científico de los conocimientos expuestos en la aplicación, y la aceptación del producto.

En el caso de la valoración del producto según su utilidad, todos los docentes encuestados consideraron que la *app* era muy útil al resolver un problema general que es generalizado en todos los escenarios de la atención pediátrica, y en los que se tienen que prestar servicios a niños y adolescentes. Esta valoración de expertos indica que la solución informática desarrollada del problema de la búsqueda de percentiles de interés se corresponde con las necesidades de los usuarios: éstos necesitan una vía alternativa para buscar estos percentiles de forma efectiva y rápida.

Los conocimientos que brinda la aplicación se asientan en la mejor evidencia científica acumulada en el país: las tablas contentivas de los percentiles de interés para niños y adolescentes cubanos fueron digitalizadas tal y como son de las provistas por el Estudio Cubano de Crecimiento y Desarrollo. Por lo tanto, los percentiles mostrados en la *app* son 100 % correctos, y no ofrecen margen para el error. Luego, todas estas variables fueron evaluadas de

“Muy Adecuada”, todo lo cual resultó en que la aceptación del producto informática fuera también “Muy Adecuada”.

## DISCUSIÓN

Este trabajo ha expuesto las características de una *app* para la obtención de percentiles antropométricos de interés durante la evaluación nutricional de niños y adolescentes. El producto construido finalmente consiste en una aplicación tanto para dispositivos móviles con sistema operativo Android (Google, Estados Unidos) como ordenadores, y que realiza la búsqueda de los percentiles pediátricos solicitados por el usuario de forma automatizada, sencilla, rápida y segura. La *app* también ofrece funciones extras de utilidad para el usuario como el cálculo del IMC del niño | adolescente. La *app* brinda además una amplia información sobre los procesos de evaluación del crecimiento y desarrollo de los niños y adolescentes que se basa en la experiencia y la sabiduría de autores cubanos.

Teniendo en cuenta la necesidad de una forma de búsqueda automatizada de percentiles antropométricos de interés durante los ejercicios de evaluación nutricional de niños y adolescentes en diferentes escenarios de la atención pediátrica, el aumento ocurrido en años recientes en el número de dispositivos móviles en manos de usuarios y profesionales, y el desarrollo tecnológico que los mismos ofrecen en cuanto a la facilidad de operación, navegación y programación, es que surgió la idea de construir una aplicación destinada primariamente a estos dispositivos (pero que también se ejecutara desde ordenadores) para realizar de forma automatizada las acciones solicitadas.

La *app* “Percentiles” ha sido bien recibida por los estudiantes de los años cuarto y sexto de la carrera de Medicina, quienes actuaron como los usuarios. Los

estudiantes calificaron la *app* como “Muy adecuada” debido a la sencillez del sistema, lo atractivo del mismo, y la facilidad de navegación dentro de la *app*. Igualmente, varios expertos convocados a evaluar las características y funcionalidades de la *app* desarrollada también calificaron como “Muy adecuado” tanto el diseño de la interfaz de usuario como los contenidos alojados dentro de la *app*.

Se hizo muy difícil para los desarrolladores de la *app* “Percentiles” encontrar otro producto que realizara funciones parecidas, y es por ello que el ejercicio de comparación entre *apps* con el mismo objetivo se vio empobrecido. Abundan las aplicaciones que calculan el IMC de un sujeto cuando se les pasa los valores corrientes de la talla y el peso corporal,<sup>25</sup> pero la interpretación del resultado devuelto por la aplicación es siempre contexto-específico, algo relevante en la práctica pediátrica. En este aspecto, se hacen notar las aplicaciones WHO Anthro©® y WHO Anthro Plus©® que fueron desarrolladas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el monitoreo de las curvas de crecimiento y desarrollo de niños y adolescentes desde los 0 años de edad hasta los 19 años.<sup>26-27</sup> Estas aplicaciones incorporan las tablas de crecimiento y desarrollo construidas con las medidas antropométricas obtenidos de niños y adolescentes nacidos, criados y alimentados en países selectos de todo el mundo para lograr una mejor representatividad del proceso esperado (léase también natural) de crecimiento, desarrollo y maduración infanto-juvenil.<sup>28-30</sup> Las aplicaciones WHO Anthro©® y WHO Anthro Plus©® se acompañan también de una *app* para dispositivos móviles a fin de lograr una mayor difusión y utilización del producto informático.<sup>31</sup>

## CONCLUSIONES

Se ha desarrollado una aplicación para dispositivos móviles bajo sistema operativo Android (Google, Estados Unidos) y ordenadores que es efectiva, práctica y rápida en la búsqueda de los percentiles antropométricos de interés en los ejercicios de evaluación del estado nutricional de niños y adolescentes. La *app* “Percentiles” agiliza el trabajo asistencial a la vez que disminuye el margen de error en la ejecución de estas acciones.

### *Futuras extensiones*

En futuras encarnaciones de la *app* “Percentiles” se incorporarán nuevas funcionalidades en respuesta a las demandas de los usuarios. También se prevé la construcción de una versión de la *app* que se ejecute bajo el lenguaje de código abierto NOVA desarrollado por programadores cubanos.

## SUMMARY

**Rationale:** *Requirements of the Cuban System for Higher Learning about a greater use of the information and communication during the teaching-learning process drive the construction of informatics tools.* **Objective:** *To describe an application (app) for mobile devices for searching the percentiles of the Cuban Growth and Development Charts pertaining a child subject to nutritional assessment to be practical, easy to use and effective.* **Study location:** *Faculty of Medical Sciences of Manzanillo. University of Medical Sciences of Granma (Cuba).* **Study design:** *Research for technological development (applied research).* **Methods:** *“Percentiles.app” app was developed for searching height and body weight percentiles pertaining to a child | adolescent as aid during the process of nutritional assessment. “Percentiles.app” was designed and built upon Ubuntu operating system version 14.04 (Canonical Ltd., United Kingdom) with the help of the Android Studio 1.5 (Google, United States), OpenJDK 8 (Oracle Corporation,*

United States), and Android SDK (Google, United States) tools. Java 8 (Oracle Corporation, United States) was used as programming language. Quality of the final product, and its usefulness, were assessed by means of interviews with experts, clients and focal groups between November 2015 and May 2016 (both months included). **Results:** The app was qualified as useful and adequate for usage during the conduction of the process of nutritional assessment. Informatics experts, teaching personnel and users in general considered as "Adequates" the variables proposed for gauging the usefulness of the app. The app was accepted by the students of the fourth and sixth years of the career of Medicine. **Conclusions:** "Percentiles.app" showed to be a needed and useful tool for searching percentiles of growth and development during the exercise of nutritional assessment. The app was qualified as "Very Adequate" and "Very useful" by experts, informatics professionals, teaching personnel, and users in general. **Recommendations:** To promote the use of the app among the medical care teams of the specialty in the different scenarios of the pediatric performance. **Granado Pérez G, Vázquez Gutiérrez GL, Vázquez Palanco JL, Quintas Batistas MI.** Percentiles app. A tool for the learning and practice of nutritional assessment in Pediatrics. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2020;30(2):352-366. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.

*Subject headings:* Computación / Aplicación / Programación / Percentiles / Evaluación nutricional / Pediatría.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Montes de Oca Recio N, Machado Ramírez EF. Formación y desarrollo de competencias en la educación superior cubana. *Humanidades Médicas* 2014;14: 145-59.
- Prieto Díaz V, Quiñones La Rosa I, Ramírez Durán G, Fuentes Gil Z, Labrada Pavón T, Pérez Hechavarría O, Montero Valdés M. Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación y nuevos paradigmas del enfoque educativo. *Educ Méd Sup* 2011;25: 95-102.
- Pérez ADG. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones aplicadas al proceso enseñanza aprendizaje. *Rev Cubana Tecnología de Salud* 2018;9:142-54.
- del Castillo Saiz GD, Sanjuán Gómez G, Gómez Martínez M. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: Desafío que enfrenta la universidad de ciencias médicas. *Edumecentro* 2018;10: 168-82.
- Texidor Pellón R, Reyes Miranda D, Berry Gonzalez S, Cisnero Reyna CH. Las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza de inglés en Ciencias Médicas. *Educ Méd Sup* 2017;31(2):1-8. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412017000200019&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412017000200019&script=sci_arttext&tlng=pt). Fecha de última visita: 6 de Febrero del 2020.
- Regierer B, Zazzu V, Sudbrak R, Kühn A, Lehrach H; for the ITFoM Consortium. Future of medicine: Models in predictive diagnostics and personalized medicine. En: *Molecular Diagnostics*. Springer. Berlin [Heidelberg]: 2013. pp. 15-33.
- Arsene O, Dumitrache I, Miha I. Expert system for medicine diagnosis using software agents. *Expert Syst App* 2015; 42:1825-34.
- Nelson's Textbook of Pediatrics [Editores: Kliegman RM, Stanton BF, Schor NF, St Geme JW, Behrman RE]. 19<sup>th</sup> Edition. Elsevier Saunders. Philadelphia [PA]: 2011.
- Valdés Lazo F, Gutiérrez Muñiz JA, Martínez Gómez C, Jordán Rodríguez JR, Amador García M, Dueñas Gómez E; et al. *Pediatría*. Tomo I. La Habana: Editorial Ciencias Médicas. 2016.

10. Valdés Lazo F, Gutiérrez Muñiz JA, Martínez Gómez C, Jordán Rodríguez JR, Amador García M, Dueñas Gómez E; et al. *Pediatría*. Tomo II. La Habana: Editorial Ciencias Médicas. 2016.
11. Oliva Palomino M. *Semiología Pediátrica*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana: 1985. Pp. 30-37.
12. Jordán Rodríguez J. *Desarrollo humano en Cuba*. Editorial Científico-Técnica. La Habana: 1979.
13. Berdasco A, Esquivel M, Jiménez JM, Mesa D, Posada E, Romero JM; et al. Segundo estudio nacional de crecimiento y desarrollo, Cuba 1982: Valores de peso y talla para la edad. *Rev Cubana Pediatr* 1991;63:4-21.
14. Flores Huerta S. Antropometría, estado nutricional y salud de los niños: Importancia de las mediciones comparables. *Bol Méd Hosp Inf Méx* 2006;63:73-5.
15. Kaufer-Horwitz M, Toussaint G. Indicadores antropométricos para evaluar sobrepeso y obesidad en pediatría. *Bol Méd Hosp Inf Méx* 2008;65:502-18.
16. Gotthelf SJ, Jubany LL. Comparación de tablas de referencias en el diagnóstico antropométrico de niños y adolescentes obesos. *Arch Arg Pediatr* 2005;103:129-34.
17. Ledo MV. Alfabetización digital e informatización de la sociedad. Un reto para el presente. *Rev Cubana Informát Médica* 2005;3:1846-59. Disponible en: [http://www.rcim.sld.cu/revista\\_9/articulos\\_pdf/alfabetizaciondigital.pdf](http://www.rcim.sld.cu/revista_9/articulos_pdf/alfabetizaciondigital.pdf). Fecha de última visita: 6 de Febrero del 2020.
18. Díaz AR, Ledo MJV, Rojas AC, González BDM, Arribas YMMC. Desarrollo de la Informatización en Hospitales. *INFODIR* 2015;21:3-15. Disponible en: <http://www.revinfodir.sld.cu/index.php/infodir/article/view/121>. Fecha de última visita: 7 de Febrero del 2020.
19. Mikkonen T. *Programming mobile devices: An introduction for practitioners*. John Wiley & Sons. New York: 2007.
20. *Ubuntu GNU/Linux. Manual del usuario*. Canonical Ltd. Reino Unido: 2018.
21. Smyth N. *Android Studio 2.2 Development Essentials*. 7th Edition. Payload Media, Inc. New York: 2016.
22. Steele J, To N. *The Android Developer's Cookbook. Building applications with the Android SDK*. Pearson Education. New York: 2011.
23. Groussard T. *JAVA 8: Los fundamentos del lenguaje Java (con ejercicios prácticos corregidos)*. Ediciones Eni. Barcelona: 2014.
24. Kasko A, Kobylanskiy S, Mironchenko A. *OpenJDK cookbook*. Packt Publishing Ltd. Birmingham: 2015.
25. Breton ER, Fuemmeler BF, Abroms LC. Weight loss- There is an app for that! But does it adhere to evidence-informed practices? *Transl Behav Med* 2011;1:523-9.
26. WHO Anthro Survey Analyser and other tools. World Health Organization. Geneva: 2020. Disponible en: <https://www.who.int/toolkits/child-growth-standards/software>. Fecha de última visita: 6 de Febrero del 2020.
27. Growth reference data for 5-19 years. World Health Organization. Geneva: 2020. Disponible en: <https://www.who.int/toolkits/growth-reference-data-for-5to19-years/application-tools>. Fecha de última visita: 6 de Febrero del 2020.
28. WHO Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Methods and development. World Health Organization. Geneva [Switzerland]: 2006.

29. de Onis M, Garza C, Onyango AW, Martorell R, editors. WHO Child Growth Standards. *Acta Paediatrica* 2006;95 (450 Suppl):S1-S101.
30. de Onis M, Garza C, Victora CG, Bhan MK, Norum KR. The WHO Multicentre Growth Reference Study (MGRS): Rationale, planning, and implementation. *Food Nutr Bull* 2004;25(Suppl 1): S3-S89.
31. WHO Anthro for mobile devices version 2, 2007: Software for assessing growth and development of the world's children. World Health Organization. Geneva: 2007. Disponible en: <http://www.who.int/childgrowth/software/en/>. Fecha de última visita: 10 de Febrero del 2020.